

Method for detecting, storing and reproducing geometrical data of objects, in particular of jaw models, and a device for carrying out the method

Patent Number: DE3541891

Publication date: 1987-06-04

Inventor(s): KACHANIAN KAMBIZ (DE)

Applicant(s): KACHANIAN KAMBIZ

Requested Patent: ☐ DE3541891

Application

Number: DE19853541891 19851127

Priority Number(s): DE19853541891 19851127

IPC Classification: G01B11/03; G01B9/023; G06F15/42; G06F15/66; G06F3/153; A61C7/00; A61C13/34; G03H1/04

EC Classification: G01B9/021, A61C13/00C1, G01B11/24H

Equivalents:

Abstract

The invention relates to a method for detecting, storing and reproducing geometrical data of objects, in particular of jaw models, in which it is provided that a hologram of the object is produced using a coherent light, the hologram (3-D image) is recorded by means of a line scan camera or a CCD-array camera and converted into corresponding electrical signals, the electrical signals obtained are digitised by an analog/digital converter, the digital signals are stored in a memory, the digital signals are retrieved from the memory for reproduction, the digital signals are evaluated by means of an evaluation program in a microprocessor with respect to the desired information such as, e.g., the overall shape or the size of individual components of the object, the signals containing the result of evaluation are represented on a digital display device and/or are rendered analog in a digital/analog converter and represented on a monitor, as a result of which it is possible for all dimensions that can be manually scanned on the model, symmetrical shapes and relationships to be stored without limitation.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑪ **DE 3541 891 A1**

⑳ Aktenzeichen: P 35 41 891.5
㉑ Anmeldetag: 27. 11. 85
㉒ Offenlegungstag: 4. 6. 87

⑤① Int. Cl. 4:
G01 B 11/03
G 01 B 9/023
G 06 F 15/42
G 06 F 15/66
G 06 F 3/153
A 61 C 7/00
A 61 C 13/34
G 03 H 1/04

DE 3541 891 A1

⑦① Anmelder:
Kachanian, Kambiz, 2000 Hamburg, DE

⑦④ Vertreter:
Richter, J., Dipl.-Ing.; Werdermann, F., Dipl.-Ing.,
Pat.-Anw., 2000 Hamburg

⑦② Erfinder:
gleich Anmelder

⑤④ Verfahren zur Erfassung, Speicherung und Wiedergabe von geometrischen Daten von Objekten, insbesondere von Kiefernmodellen und eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Erfassung, Speicherung und Wiedergabe von geometrischen Daten von Objekten, insbesondere von Kiefernmodellen, bei dem vorgesehen ist, daß unter Verwendung eines kohärenten Lichtes ein Hologramm des Objektes erzeugt wird, das Hologramm (3-D-Bild) vermittelt einer Linescan-Kamera oder einer CCD-Matrix-Kamera erfaßt und in entsprechende elektrische Signale umgewandelt wird, die erhaltenen elektrischen Signale durch einen Analog-Digital-Wandler digitalisiert werden, die digitalen Signale in einem Speicher abgespeichert werden, zur Wiedergabe die digitalen Signale aus dem Speicher abgerufen, die digitalen Signale mittels eines Auswertungsprogramms in einen Mikroprozessor hinsichtlich der gewünschten Information, wie z. B. der Gesamtform oder der Größe einzelner Bestandteile des Objekts ausgewertet werden, die das Auswertungsergebnis beinhaltenden Signale auf einem Digital-Anzeigegerät dargestellt und/oder in einem Digital-Analog-Wandler analogisiert und auf einem Monitor dargestellt werden, womit erreichbar ist, daß alle am Modell manuell abtastbaren Maße, geometrischen Formen und Verhältnisse ohne Einschränkung gespeichert werden können.

DE 3541 891 A1

Patentansprüche

1. Verfahren zur Erfassung, Speicherung und Wiedergabe von geometrischen Daten von Objekten, insbesondere von Kiefermodellen, dadurch gekennzeichnet, daß unter Verwendung eines kohärenten Lichtes ein Hologramm des Objektes erzeugt wird, das Hologramm (3-D-Bild) mittels einer Linescan-Kamera oder einer CCD-Matrix-Kamera erfaßt und in entsprechende elektrische Signale umgewandelt wird, die erhaltenen elektrischen Signale durch einen Analog-Digital-Wandler digitalisiert werden, die digitalen Signale in einem Speicher abgespeichert werden, zur Wiedergabe die digitalen Signale aus dem Speicher abgerufen, die digitalen Signale mittels eines Auswertungsprogramms in einen Mikroprozessor hinsichtlich der gewünschten Information, wie z.B. der Gesamtform oder der Größe einzelner Bestandteile des Objekts ausgewertet werden, die das Auswertungsergebnis beinhaltenden Signale auf einem Digital-Anzeigegerät dargestellt und/oder in einem Digital-Analog-Wandler analogisiert und auf einem Monitor dargestellt werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die nach der Hologrammerfassung erhaltenen und digitalisierten Signale in einem Halbleiterspeicher gespeichert werden.
3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die nach der Hologrammerfassung erhaltenen und digitalisierten Signale auf einer Diskette abgespeichert werden, diese Diskette in einen Diskettenspeicher eingelagert wird, zur Wiedergabe diese Diskette dem Diskettenspeicher entnommen wird und die digitalisierten Signale wieder von der Diskette abgerufen werden.
4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die nach der Hologrammerfassung erhaltenen und digitalisierten Signale auf einem Magnetband abgespeichert werden, dieses Magnetband in einem Magnetbandspeicher eingelagert wird, zur Wiedergabe dieses Magnetband dem Magnetbandspeicher entnommen und die digitalisierten Signale wieder von dem Magnetband abgerufen werden.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß gleichzeitig mit dem Hologramm ein Datenträger mit Kenndaten des Objektes erfaßt und die einzelnen Signale zusammen mit den dem Hologramm entsprechenden Signalen abgespeichert werden, so daß diese Signale zusammen mit den dem Hologramm entsprechenden Signalen aus dem Speicher abrufbar sind.
6. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß auf einer Grundplatte (10) eine Laserstrahlerzeugungseinrichtung (20), ein halbdurchlässiger Spiegel (30), Umlenkspiegel (31, 32), Linsen (33, 34, 35, 36) und eine Hologrammfolie (50) so angeordnet sind, daß ein von der Laserstrahlerzeugungseinrichtung (10) erzeugter Strahl (10a) kohärenten Lichtes von dem halbdurchlässigen Spiegel (30) in einen Objektstrahl (22) und einen Referenzstrahl (21) geteilt wird, wobei der Referenzstrahl (21) durch die Linse (33) auf einen Umlenkspiegel (31) geführt und von diesem die Linse (34) durchtretend auf die Hologrammfolie (50) geführt wird, der Objektstrahl (22) nach Durchtritt durch die Linse (35) von dem Um-

lenkspiegel (32) auf den Objektträger (40) geleitet und von einem auf dem Objektträger (40) angeordneten Objekt (41) auf die Hologrammfolie (50) reflektierbar ist, und die Linsen (33, 34, 35, 36) jeweils entsprechend ihrer Brennweiten zu dem halbdurchlässigen Spiegel, den Umlenkspiegeln (31, 32), der Hologrammfolie (50) bzw. dem Objektträger (40) beabstandet angeordnet sind, daß eine Kamera (60) zur Abtastung, Auswertung und Umwandlung des Hologramms (50) in elektrische Signale entsprechend angeordnet und mit einer Analog/Digital-Wandlereinrichtung (61) und einer Speichereinrichtung (70) verbunden ist, wobei die Speichereinrichtung (70) mit einem Mikroprozessor (80) verbunden ist, der mit einer Digitalanzeigeeinrichtung (82) und/oder über einen Digital/Analog-Wandler (81) mit einem Monitor (83) verbunden ist.

7. Vorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß auf der Grundplatte (10) im Bereich des Objektträgers (40) eine Lichtschutzplatte (45) vertikal angeordnet ist.

8. Vorrichtung nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Grundplatte (10) auf einer aus einer oder mehreren Luftfedern (11-16) bestehenden Lagerung angeordnet ist.

9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 6 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Speichereinrichtung (70) aus einem Diskettenlaufwerk (71), einem Diskettenspeicher (72) und einem weiteren Diskettenlaufwerk (73) besteht.

10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 6 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Kamera (60) als Linescan-Kamera ausgebildet ist.

11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 6 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Kamera (60) als CCD-Matrix-Kamera ausgebildet ist.

12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 6 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß der Laser (10) als Helium-Neon-Laser 15 bzw. 50 m/W ausgebildet ist.

13. Verwendung der nach dem Verfahren nach Anspruch 1 gewonnenen digitalen Signale zur Steuerung einer NC-Werkzeugmaschine zur Nachbildung eines Objektes, insbesondere eines Kiefermodells.

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Erfassung, Speicherung und Wiedergabe von geometrischen Daten von Objekten, insbesondere von Kiefermodellen, und eine Vorrichtung zur Durchführung dieses Verfahrens.

In Bereichen von Wissenschaft und Technik, in denen die geometrischen Daten von Objekten erfaßt und über einen gewissen Zeitraum reproduzierbar sein müssen, werden üblicherweise die Objekte selbst über den entsprechenden Zeitraum gelagert, um im Bedarfsfall zur Verfügung zu stehen.

Insbesondere im Bereich der Kieferorthopädie und der Zahntherapie besteht das Problem, daß die Kiefermodelle, von denen üblicherweise drei pro Patient angefertigt werden, über mindestens 5 Jahre nach der Behandlung aufbewahrt werden müssen. Dies führt im Bereich der Kieferorthopädie, d.h. bei den ca. 1.200 Kieferorthopäden in der Bundesrepublik Deutschland, zu entsprechenden Problemen, wobei bei einer mittleren Kieferorthopädiepraxis ca. 700 Fälle über 3 Jahre behandelt werden, so daß die entsprechende Anzahl an Modellen einzulagern ist.

Im Hinblick darauf, daß in der Kieferorthopädie die verschiedensten Daten eines Kiefermodells zur Verfügung stehen müssen, da folgende Längen- und Bißbilder zur Verfügung stehen müssen:

Breite je Zahn mesial — distal
Breite der Zahnfront
Okklusion bei 6/6
Okklusion der sagitalen Stufe
Okklusion der vertikalen Stufe
Okklusion bei Kreuzbissen,

hat es sich gezeigt, daß eine Vermessung hinsichtlich der wesentlichen Maße und die Speicherung nur dieser Maße viel zu aufwendig ist, so daß bisher die Modelle immer selbst aufgehoben werden mußten.

Es ist daher Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Verfahren zur Erfassung, Speicherung und Wiedergabe von geometrischen Daten von Objekten, insbesondere von Kiefermodellen, zu schaffen, das eine Erfassung insbesondere von Kiefermodellen so ermöglicht, daß alle am Modell manuell, akustisch oder optisch abtastbaren Maße, geometrischen Formen und Verhältnisse ohne Einschränkung erfaßt werden, daß die Abspeicherung der die erfaßten Größen repräsentierenden Daten möglich ist und die Möglichkeit geschaffen wird, mit den gewonnenen und gespeicherten Daten eine dreidimensionale Reproduktion des erfaßten Modells zu erstellen, wobei gleichzeitig alle Maßen und Größen als digitale Angaben zur Verfügung stehen sollten. Eine weitere Aufgabe besteht darin, die Datenerfassung so zu gestalten, daß die Reproduktion der Objekte selbst ermöglicht wird.

Zur Lösung dieser Aufgabe wird ein Verfahren der eingangs genannten Art vorgeschlagen, nach dem erfindungsgemäß unter Verwendung eines kohärenten Lichtes ein Hologramm des Objektes erzeugt wird, das Hologramm (3-D-Bild) vermittelt einer Linescan-Kamera oder einer CCD-Matrix-Kamera erfaßt und in entsprechende elektrische Signale umgewandelt wird, die erhaltenen elektrischen Signale durch einen Analog-Digital-Wandler digitalisiert werden, die digitalen Signale in einem Speicher abgespeichert werden, zur Wiedergabe die digitalen Signale aus dem Speicher abgerufen, die digitalen Signale mittels eines Auswertungsprogramms in einen Mikroprozessor hinsichtlich der gewünschten Information, wie z.B. der Gesamt-Form oder der Größe einzelner Bestandteile des Objektes ausgewertet werden, die das Auswertungsergebnis beinhaltenden Signale auf einem Digital-Anzeigegerät dargestellt und/oder in einem Digital-Analog-Wandler analogisiert und auf einem Monitor dargestellt werden.

Nach diesem Verfahren ist vorgesehen, eine holographische Erfassung eines Objektes mit einer vollautomatischen Auswertung zu kombinieren. Es ist auf diese Weise möglich, die Objekte und insbesondere die Kiefermodelle dreidimensional zu erfassen und die entsprechenden Signale dauerhaft abzuspeichern, so daß eine Aufbewahrung des Kiefermodells selbst nicht mehr notwendig ist. Die Möglichkeit hierzu wird durch die Anwendung eines Lasers geschaffen, der in der Lage ist, als Quelle kohärenten Lichtes zu dienen. Wenn nämlich Gegenstände mit kohärentem Licht beleuchtet werden, so erhält das dann von ihnen ausgehende, durch Reflexion, Transmission, Beugung oder Streuung beeinflusste Wellenfeld in seiner Amplituden- und Phasenverteilung sämtliche optischen Informationen über die beleuchteten Gegenstände. Wird diesem Wellenfeld (Objektwel-

le) eine kohärente Vergleichswelle (Referenzwelle) überlagert, so ergibt sich infolge Interferenz ein räumliches Interferenzbild, dessen Intensitätsverteilung erfaßt werden kann. Das so gewonnene Bild bezeichnet man als Hologramm. Die Abbildung des Hologramms wird üblicherweise auf einem holographischen Speicher durchgeführt, der nämlich die Information in Form von Hologrammen speichert. Dabei ist jedem Bit ein von den zwei kohärenten Lichtquellen gebildetes Interferenzmuster zugeordnet, das auf der gesamten Hologrammfläche abgebildet wird, weshalb lokale Fehler bzw. Verschmutzungen nicht zu Bit-Fehlern führen. Verwendet werden zur Speicherung thermoplastische Folien. Das Lesen der gespeicherten Informationen geschieht wieder mit kohärentem Licht. Es sind dabei Pakungsdichten von 10^6 Bit/mm² möglich.

Durch die entsprechende Abspeicherung der in dem Hologramm enthaltenen Informationen ist daher die Erfassung des Objekts in seiner dreidimensionalen Struktur möglich.

Gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung des Verfahrens ist vorgesehen, daß die nach der Hologrammerrfassung erhaltenen und digitalisierten Signale auf einer Diskette abgespeichert werden, diese Diskette in einen Diskettenspeicher eingelagert wird, zur Wiedergabe diese Diskette dem Diskettenspeicher entnommen wird und die digitalisierten Signale wieder von der Diskette abgerufen werden.

Auf diese Weise ist eine Abspeicherung der gewonnenen Daten in üblichen Massenspeichern, nämlich in Diskettenspeichern, möglich, so daß die Organisation des Zugriffs bzw. Rückgriffs auf die abgespeicherten Daten leicht möglich ist.

Nach einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung des Verfahrens ist vorgesehen, daß gleichzeitig mit dem Hologramm ein Datenträger mit Kenndaten des Objektes erfaßt und die einzelnen Signale zusammen mit den dem Hologramm entsprechenden Signalen abgespeichert werden, so daß diese Signale zusammen mit den dem Hologramm entsprechenden Signalen aus dem Speicher abrufbar sind.

Hierdurch ist eine einfache Zuordnung zwischen Patientendaten und Meßdaten durchführbar, so daß die Organisation der Datenverwaltung in hohem Maße vereinfacht wird.

Zur Durchführung des Verfahrens wird eine Vorrichtung vorgeschlagen, bei der erfindungsgemäß auf einer Grundplatte eine Laserstrahlerzeugungseinrichtung, ein halbdurchlässiger Spiegel, Umlenkspiegel, Linsen und Hologrammfolie so angeordnet sind, daß ein von der Laserstrahlerzeugungseinrichtung erzeugter Strahl kohärenten Lichtes von dem halbdurchlässigen Spiegel in einen Objektstrahl und einen Referenzstrahl geteilt wird, wobei der Referenzstrahl durch die Linse auf einen Umlenkspiegel geführt und von diesem die Linse durchtretend auf die Hologrammfolie geführt wird, der Objektstrahl nach Durchtritt durch die Linse von dem Umlenkspiegel auf den Objektträger geleitet und von einem auf dem Objektträger angeordneten Objekt auf die Hologrammfolie reflektierbar ist, und die Linsen jeweils entsprechend ihrer Brennweiten zu dem halbdurchlässigen Spiegel, den Umlenkspiegeln, der Hologrammfolie bzw. dem Objektträger angeordnet sind, daß eine Kamera zur Abtastung, Auswertung und Umwandlung des Hologramms in elektrische Signale entsprechend angeordnet und mit einer Analog-Digital-Wandlereinrichtung und einer Speichereinrichtung verbunden ist, wobei die Speichereinrichtung mit

einem Mikroprozessor verbunden ist, der mit einer Digitalanzeigeeinrichtung und/oder über einen Digital/Analog-Wandler mit einem Monitor verbunden ist.

Hiermit ist eine vollautomatische Auswertung des zu erfassenden Objektes möglich. Es ist ein Mikroprozessorsystem in das Gesamtsystem integriert und eine Kamera wandelt das fotografische Bild in elektronische Signale um bzw. entnimmt die für die Auswertung/Vermessung des Objektes notwendigen Informationen aus dem 3-D-Bild. Das Kamerabild wird mit einem Analog/Digital-Wandler digitalisiert und in einem entsprechenden Speicher abgelegt. Für den Rückgriff wird dann das gespeicherte Bild mit dem Mikroprozessor, der ein entsprechendes Programm beinhaltet, ausgewertet, um die gesuchten Maße im Kiefermodell zu erhalten. Um die Meßergebnisse darzustellen, ist eine Digital-Anzeigeeinrichtung und ein Digital/Analog-Wandler mit einem nachgeschalteten Monitor vorgesehen. Die Bedienung wird interaktiv mit Hilfe eines Menueprogramms durchgeführt.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen des Verfahrens bzw. vorteilhafte Weiterbildungen der Vorrichtung sind in den Unteransprüchen gekennzeichnet.

Es ist möglich, die mit dem Verfahren gewonnenen Daten, die ja in digitaler Form vorliegen, zur Steuerung einer NC-Werkzeugmaschine zur Nachbildung eines Kiefermodells zu verwenden. Andererseits kann auch die Rückjustierung der entwickelten Hologrammplatte ggfs. durch eine Steuerung für maximal sechs Freiheitsgrade durchgeführt werden.

Dabei ist die Anwendung des Verfahrens nicht nur auf die Anwendung zur Speicherung von Objektdaten geeignet, das Verfahren kann auch für den Nachbau von kompliziert aufgebauten Objekten angewendet werden, da eine optimale Erfassung des Objektes ermöglicht wird und die hieraus erhaltenen Daten in einfacher Weise zur Steuerung entsprechender Nachbaueinrichtungen verwendet werden können.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung wird nachstehend anhand der Zeichnung erläutert:

In der Zeichnung ist die Vorrichtung 100 schematisch teils von oben, teils schaubildlich dargestellt, wobei mit 10 eine Grundplatte bezeichnet ist, auf der ein holographischer Aufbau angeordnet ist.

Als Laserstrahlerzeugungseinrichtung 20 ist dabei ein Helium-Neon-Laser 15 bzw. 50 m/W angeordnet, der einen Strahl 10a kohärenten Lichtes erzeugt. Von dem halbdurchlässigen Spiegel 30 wird der Strahl 10a in einen Referenzstrahl 21 und einen Objektstrahl 22 geteilt, indem der Referenzstrahl 21 den halbdurchlässigen Spiegel 30 durchtritt, während der Objektstrahl 22 von dem halbdurchlässigen Spiegel 30 umgelenkt wird. Der Referenzstrahl 21 durchtritt dabei die in Brennpunktsabstand angeordnete Linse 33 und fällt auf den Spiegel 31, der den Referenzstrahl 21 umlenkt und durch die Linse 34 auf die Hologrammfolie 50 führt.

Der Objektstrahl 22 durchtritt die ebenfalls in Brennpunktsabstand zu den Spiegeln 30 und 32 angeordnete Linse 35 und wird von dem Spiegel 32 durch die in Brennpunktsabstand angeordnete Linse 36 auf den Objektträger 40 gerichtet. Sofern ein Objekt 41 auf dem Objektträger 40 angeordnet ist, wird der Objektstrahl von dem Objekt 41 zu der Hologrammfolie 50 reflektiert, so daß sich hier das Hologramm ergibt. Insbesondere für Kiefermodelle ist es dabei vorteilhaft, wenn diese aus extra weißem, leicht phosphoreszierendem Modellgips hergestellt sind, da sich hierbei die beste Reflektion des Objektbildes zum Hologramm 50 ergibt.

Die Grundplatte 10 ist zur Vermeidung von äußeren Einflüssen, wie mechanischen Schwingungen und Körperschall, auf Luftfedern 11, 12, 13, 14, 15, 16 angeordnet, wobei die Grundplatte 10 selbst relativ schwer ausgebildet ist, so daß sie nur schwer zu Schwingungen angeregt werden kann.

Eine Kamera 60, die als Linescan-Kamera oder als CCD-Matrix-Kamera ausgebildet sein kann, ist so angeordnet, daß sie das holographische Bild von der Hologrammfolie aufnimmt und in elektronische Signale umwandelt.

Diese werden dem Analog/Digital-Wandler 61 zugeführt und im Diskettenlaufwerk 71 in eine Diskette 75 eingelesen. Diese kann dem Diskettenspeicher 72 zur Einlagerung zugeführt werden; sie kann jedoch sofort oder nach Einlagerung in dem Diskettenspeicher 72 einem Diskettenlaufwerk 73 zugeführt werden, das von der Diskette 75 die entsprechenden Daten abliest. Die so gewonnenen Daten werden von einem Mikroprozessor 80 ausgewertet und auf einer Digital-Anzeigeeinrichtung 82 dargestellt, wobei die Daten gleichzeitig über einen Digital/Analog-Wandler 82 einem Monitor 83 zugeführt werden, mit dem eine Darstellung der Daten oder des Objektes selbst möglich ist.

Der Aufbau der voranstehend beschriebenen Vorrichtung soll lediglich als Ausführungsbeispiel dienen, eine andere Ausbildung der Speichereinrichtung 70, beispielsweise als Halbleiterspeicher, Magnetspeicher, Mikrochip od.dgl. ist ebenso möglich, wie ein anderer Aufbau des die abgespeicherten digitalen Daten auswertenden Teils der Vorrichtung 100.

Auch ist es möglich, die Vorrichtung räumlich zu trennen in der Weise, daß zunächst ein Hologramm auf einer Fotoplatte registriert wird, die dann über die Kamera 60 in der voranstehend beschriebenen Weise ausgewertet wird.

- Leerseite -

Nummer:
 Int. Cl. 4:
 Anmeldetag:
 Offenlegungstag:

35 41 891
 G 01 B 11/03
 27. November 1985
 4. Juni 1987

